

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-268840

(43)Date of publication of application : 29.09.2000

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

(21)Application number : 11-073085

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 18.03.1999

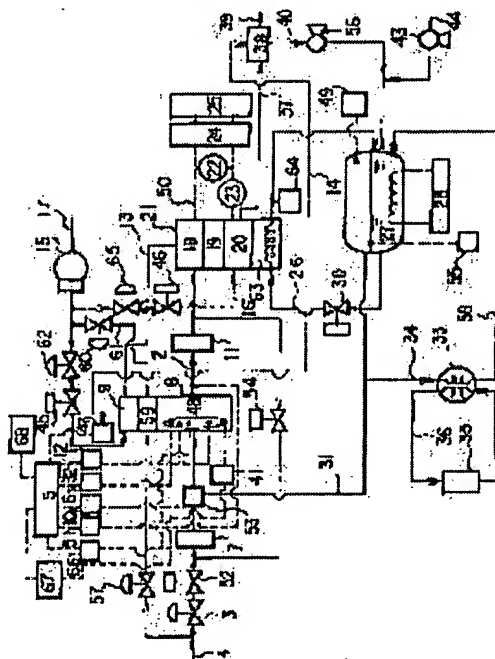
(72)Inventor : TAKE TETSUO

(54) DEGRADATION DIAGNOSTIC METHOD FOR FUEL CELL POWER- GENERATION DEVICE AND ITS REFORMING DEVICE AND RECORDING MEDIUM CONTAINING PROGRAM FOR EXECUTING THE DIAGNOSTIC METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To judge the replacement timing of a reform catalyst by performing degradation judgement of a reforming device momentarily at the side and continuously.

SOLUTION: A fuel cell power-generating device is equipped of a reforming device 8 and a cell stack 21, and a temp. sensor measures the temp. of the catalyst filled layer of a reforming device. Upon receiving the temp. sensing signal from the temp. sensor 6, a degradation judging means 5 judges the degraded condition of the reforming device 8 by putting the given temp. of the reforming catalyst filled layer in reference to the pre-determined temp. value and the reference data concerning the methane inverting rate of the reforming device 8.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.11.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3548041

[Date of registration]

23.04.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-268840
(P2000-268840A)

(43) 公開日 平成12年9月29日 (2000.9.29)

(51) Int.Cl.⁷
H 0 1 M 8/04

識別記号

F I
H 0 1 M 8/04

テーマコード* (参考)
Z 5 H 0 2 7

審査請求 未請求 請求項の数30 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平11-73085

(22) 出願日 平成11年3月18日 (1999.3.18)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 武 哲夫

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外2名)

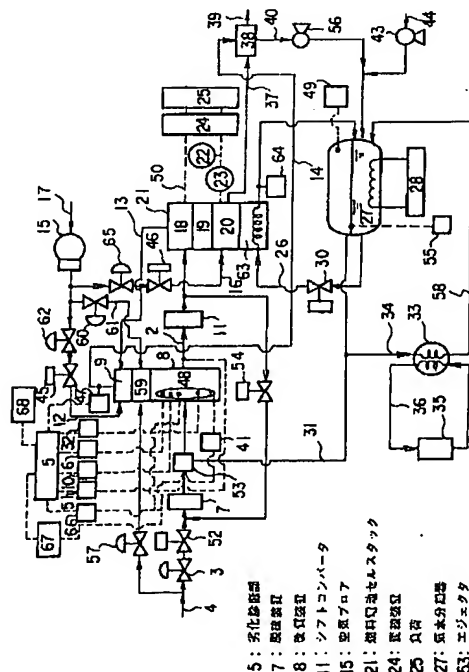
Fターム(参考) 5H027 AA04 BA01 BA06 BA09 BA16
BA17 CC06 KK41 KK42

(54) 【発明の名称】 燃料電池発電装置およびその改質装置の劣化診断方法ならびにそれを実行するためのプログラムが記録された記録媒体

(57) 【要約】

【課題】本発明は、その場で瞬時に且つ連続的に改質装置の劣化診断を行い改質触媒の取替時期を判定することが可能な燃料電池発電装置およびその改質装置の劣化診断方法ならびにそれを実行するためのプログラムが記録された記録媒体を提供する。

【解決手段】本発明の一態様によると、改質装置と、セルスタックとを有する燃料電池発電装置において、前記改質装置の改質触媒充填層の温度を測定する改質装置触媒充填層温度測定用温度センサと、この改質装置触媒充填層温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置触媒充填層温度測定用温度センサにより検出された改質装置触媒充填層温度を予め決められた改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断する劣化診断手段とを有することを特徴とする燃料電池発電装置が提供される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置において、前記改質装置の改質触媒充填層の温度を測定する改質装置触媒充填層温度測定用温度センサと、この改質装置触媒充填層温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置触媒充填層温度測定用温度センサにより検出された改質装置触媒充填層温度を予め決められた改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断する劣化診断手段と、を有することを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項2】 前記改質装置の温度を測定する改質装置温度測定用温度センサと、この改質装置温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置温度測定用温度センサにより検出された改質装置温度により予め決められた複数の改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択して前記劣化診断手段に送信する照合データ選択手段と、を有することを特徴とする請求項1記載の燃料電池発電装置。

【請求項3】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置において、前記改質装置の改質管外壁の温度を測定する改質装置改質管外壁温度測定用温度センサと、この改質装置改質管外壁温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置改質管外壁温度測定用温度センサにより検出した改質装置改質管外壁温度を予め決められた改質装置改質管外壁温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断する劣化診断手段と、を有することを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項4】 前記改質装置の温度を測定する改質装置温度測定用温度センサと、この改質装置温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置温度測定用温度センサにより検出された改質装置温度により予め決められた複数の改質装置改質管外壁温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択して前記劣化診断手段に送信する照合データ選択手段と、

を有することを特徴とする請求項3記載の燃料電池発電装置。

【請求項5】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置において、前記改質装置のバーナ燃焼排ガスの温度を測定する改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサと、この改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサにより検出した改質装置バーナ燃焼排ガス温度を予め決められた改質装置バーナ燃焼排ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断する劣化診断手段と、を有することを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項6】 前記改質装置の温度を測定する改質装置温度測定用温度センサと、この改質装置温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置温度測定用温度センサにより検出された改質装置温度により予め決められた複数の改質装置バーナ燃焼排ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択して前記劣化診断手段に送信する照合データ選択手段と、を有することを特徴とする請求項5記載の燃料電池発電装置。

【請求項7】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置において、前記改質装置のバーナ燃焼排ガスの改質装置出口温度を測定する改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサと、この改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサにより検出された改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度を予め決められた改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断する劣化診断手段と、を有することを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項8】 前記改質装置の温度を測定する改質装置温度測定用温度センサと、この改質装置温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置温度測定用温度センサにより検出

された改質装置温度により予め決められた複数の改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択し前記劣化診断手段に送信する照合データ選択手段と、を有することを特徴とする請求項7記載の燃料電池発電装置。

【請求項9】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置において、改質ガスの温度を測定する改質ガス温度測定用温度センサと、この改質ガス温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質ガス温度測定用温度センサにより検出した改質ガス温度を予め決められた改質ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断する劣化診断手段と、を有することを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項10】 前記改質装置の温度を測定する改質装置温度測定用温度センサと、この改質装置温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置温度測定用温度センサにより検出された改質装置温度により予め決められた複数の改質ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択して前記劣化診断手段に送信する照合データ選択手段と、を有することを特徴とする請求項9記載の燃料電池発電装置。

【請求項11】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置において、改質ガス改質装置出口温度を測定する改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサと、この改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサにより検出した改質ガス改質装置出口温度を予め決められた改質ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断する劣化診断手段と、を有することを特徴とする燃料電池発電装置。

【請求項12】 前記改質装置の温度を測定する改質装置温度測定用温度センサと、この改質装置温度測定用温度センサからの温度検出信号

を受け、前記改質装置温度測定用温度センサにより検出された改質装置温度により予め決められた複数の改質ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択して前記劣化診断手段に送信する照合データ選択手段と、を有することを特徴とする請求項11記載の燃料電池発電装置。

【請求項13】 前記劣化診断手段からメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量が送信され、メタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の改質触媒の劣化量の上限値に至るまでの期間を計算することによって改質触媒の取替時期を判定する寿命診断手段を有することを特徴とする請求項1乃至12のいずれかに記載の燃料電池発電装置。

【請求項14】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法において、前記改質装置の触媒充填層の温度を検出するステップと、検出した改質装置触媒充填層温度を予め決められた改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断するステップと、を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項15】 前記改質装置の温度を検出するステップと、検出した改質装置温度により予め決められた複数の改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択するステップと、を有することを特徴とする請求項14記載の燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項16】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法において、前記改質装置の改質管外壁温度を検出するステップと、検出した改質装置改質管外壁温度を予め決められた改質装置改質管外壁温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断するステップと、を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置

の劣化診断方法。

【請求項17】 前記改質装置の温度を検出するステップと、

検出した改質装置温度により予め決められた複数の改質装置改質管外壁温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択するステップと、を有することを特徴とする請求項16記載の燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項18】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法において、前記改質装置のバーナ燃焼排ガス温度を検出するステップと、

検出した改質装置バーナ燃焼排ガス温度を予め決められた改質装置バーナ燃焼排ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断するステップと、を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項19】 前記改質装置の温度を検出するステップと、

検出した改質装置温度により予め決められた複数の改質装置バーナ燃焼排ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択するステップと、を有することを特徴とする請求項18記載の燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項20】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法において、前記改質装置のバーナ燃焼排ガス改質装置出口温度を検出するステップと、

検出した改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度を予め決められた改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断するステップと、

を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項21】 前記改質装置の温度を検出するステップと、

検出した改質装置温度により予め決められた複数の改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択

するステップと、

を有することを特徴とする請求項20記載の燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項22】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法において、

改質ガス温度を検出するステップと、

検出した改質ガス温度を予め決められた改質ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断するステップと、

を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項23】 前記改質装置の温度を検出するステップと、

検出した改質装置温度により予め決められた複数の改質ガス温度と改質装置のメタン転化率の関係の照合データの中から一つを選択するステップと、を有することを特徴とする請求項22記載の燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項24】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法において、改質ガス改質装置出口温度を検出するステップと、

検出した改質ガス改質装置出口温度を予め決められた改質ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断するステップと、を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項25】 前記改質装置温度を検出するステップと、

検出した改質装置温度により予め決められた複数の改質ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ中から一つを選択するステップと、を有することを特徴とする請求項24記載の燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項26】 前記メタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限値に至るまでの期間を計算することによって改質触媒の取替時期を判定することを特徴とする請求項1

4乃至、25のいずれかに記載の燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項27】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法において、前記改質装置の改質部に設けた1個以上の改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ、改質ガス温度測定用温度センサ、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサで、改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を検出するステップと、

前記各温度センサからの温度検出信号を劣化診断部に送信するステップと、

前記各温度センサからの温度検出信号を受信した劣化診断部で、改質装置温度測定用温度センサで検出した改質装置温度が信号に変換されて送信された改質装置温度に対応して照合データ選択手段で選択され送信された予め決められた検出温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データとして、改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置改質管外壁温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データのうちのいずれか一つ、あるいは一つ以上と照合するステップと、

これらの照合結果に基づいて、前記改質装置のメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求め、前記改質装置のメタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から前記改質装置の改質部の劣化状態を診断するステップと、

を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項28】 寿命診断手段では、各温度センサで検出した改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を、前記劣化診断手段において前記照合データ選択手段で選

択され送信された予め決められた検出温度として改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって求めたメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限值に至るまでの期間を計算するステップと、

これらの求められたメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限值に至るまでの期間に基づいて、改質触媒の取替時期を判定するステップと、

を有することを特徴とする請求項27記載の燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

【請求項29】 燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法を実行するためのプログラムが記録された記録媒体であって、前記改質装置の改質部に設けた1個以上の改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ、改質ガス温度測定用温度センサ、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサで、改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を検出するステップと、

前記各温度センサからの温度検出信号を劣化診断部に送信するステップと、前記各温度センサからの温度検出信号を受信した劣化診断部で、改質装置温度測定用温度センサで検出した改質装置温度が信号に変換されて送信された改質装置温度に対応して照合データ選択手段で選択され送信された予め決められた検出温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データとして、改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置改質管外壁温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データのうちのいずれか一つ、あるいは一つ以上と照合するステップと、

これらの照合結果に基づいて、前記改質装置のメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求め、前記改質装置のメタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から前記改質装置の改質部の劣化状態を診断するステップと、を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法。

置のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データのうちのいずれか一つ、あるいは一つ以上と照合するステップと、

これらの照合結果に基づいて、前記改質装置のメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求め、前記改質装置のメタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から前記改質装置の改質部の劣化状態を診断するステップと、

を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法を実行するためのプログラムが記録された記録媒体。

【請求項30】 寿命診断手段では、各温度センサで検出した改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を、前記劣化診断手段において前記照合データ選択手段で選択され送信された予め決められた検出温度として改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって求めたメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限值に至るまでの期間を計算するステップと、

これらの求められたメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限值に至るまでの期間に基づいて、改質触媒の取替時期を判定するステップと、

を有することを特徴とする請求項29記載の燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法を実行するためのプログラムが記録された記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、改質装置で燃料と水蒸気を反応させ水素をつくり、この水素をセルスタックで酸素と反応させて発電を行う燃料電池発電装置およびその改質装置の劣化診断法ならびにそれを実行するためのプログラムが記録された記録媒体において、改質ガスの分析を行うことなしに、その場で瞬時に且つ連続的に改質装置の劣化状態を診断し、改質触媒の取替時期の判定を行うことが可能な燃料電池発電装置およびその改質装置の劣化診断方法ならびにそれを実行するためのプログラムが記録された記録媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図2は、燃料電池発電装置の従来例として、都市ガスを燃料としたリン酸型燃料電池発電装置の構成を示している。

【0003】すなわち、この従来技術による燃料電池発電装置の主な構成要素は、脱硫装置、エジェクタ、改質装置、シフトコンバータ、セルスタック、交換装置、凝縮器、ポンプ、気水分離器、空気ブローア、蒸発器、排熱利用システム、センサ、流量制御弁、遮断弁および配管類である。

【0004】図2において、1は原燃料ガス、2は改質ガス、3は遮断弁、4は都市ガス、7は脱硫装置、8は改質装置、9は改質装置バーナ、11はシフトコンバータ、12は燃焼用空気、13は燃料極排ガス、14は改質装置バーナ燃焼排ガス、15は空気ブローア、16は発電用空気、17は外気、18は燃料極、19は電解質、20は酸化剤極、21はセルスタック、22は電圧センサ、23は電流センサ、24は交換装置、25は負荷、26は電池冷却水、27は気水分離器、28は気水分離器ヒータ、29は触媒充填層、30は流量制御弁、31は改質用水蒸気、33は蒸発器、34は排熱回収用水蒸気、35は排熱利用システム、36は冷媒、37は酸化剤極排ガス、38は凝縮器、39は排ガス、40は凝縮水、41は改質装置温度測定用温度センサ、43は補給水ポンプ、44は補給水、45は流量制御弁、46は流量制御弁、48は改質部、49は圧力センサ、50は燃料電池出力、52は流量制御弁、53はエジェクタ、54は流量制御弁、55は液面センサ、56はポンプ、57は遮断弁、58は凝縮水、59は起動用バーナ、60は遮断弁、61は改質装置起動用バーナ空気、62は遮断弁、63は冷却器、64は温度センサ、65は遮断弁である。

【0005】以下、図2を用いて、この従来技術による燃料電池発電装置の作用について説明する。

【0006】まず、遮断弁3を開け、都市ガス4を脱硫触媒（コバルト－モリブデン系触媒と酸化亜鉛吸着剤）が充填された脱硫装置7に供給することにより、この脱硫装置7で改質装置8及びセルスタック21の燃料極18の触媒の劣化原因となる都市ガス4中の腐臭剤に含まれる硫黄分を吸着除去する。

【0007】遮断弁57は、燃料電池発電装置の起動時のみ開き、起動用バーナ59に都市ガス4が供給される。

【0008】また、遮断弁60も燃料電池発電装置の起動時のみ開き、起動用バーナ59に空気ブローア15により起動用バーナ空気61が供給される。

【0009】起動用バーナ59では、燃料電池発電装置の起動時に、都市ガス4が燃焼し、改質装置8の昇温が行われる。

【0010】起動時以外は、遮断弁57と遮断弁60は閉じておく。

【0011】都市ガス供給量は、電圧センサ22と電流センサ23で検出した燃料電池出力50と改質装置温度測定用温度センサ41で検出した改質装置温度から予め設定された燃料電池出力50及び改質装置温度と流量制御弁52の開度（すなわち、都市ガス供給量）の関係に基づいて、流量制御弁52の開度を調節することによって、都市ガス供給量を燃料電池出力50と改質装置温度に見合った値に設定する。

【0012】脱硫装置7で硫黄分が吸着除去された都市ガス4は、エジェクタ53で気水分離器27から供給された改質用水蒸気31と混合され、改質触媒（通常はニッケル系触媒）が充填された改質装置8の改質部48に供給される。

【0013】エジェクタ53への改質用水蒸気供給量は、予め設定された流量制御弁52の開度（すなわち、改質装置8への都市ガス供給量）とエジェクタ53の開度（すなわち、改質用水蒸気供給量）の関係に基づいて、エジェクタ53の開度を調節することによって、予め設定された所定のスチームカーボン比となるように制御する。

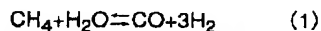
【0014】改質装置8では、燃料ガスである都市ガス4の水蒸気改質が行われ、水素リッチな改質ガス2がつけられる。

【0015】都市ガスの主成分であるメタンの水蒸気改質反応は次式で表される。

【0016】（メタンの水蒸気改質反応）

【0017】

【数1】

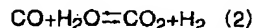


【0018】この水素リッチな改質ガスには、セルスタック21の燃料極18の触媒の劣化原因となる一酸化炭素が含まれているので、改質ガスはシフト触媒（銅-亜鉛系触媒）が充填されたシフトコンバータ11に送られ、次式に示すシフト反応により改質ガス中の一酸化炭素が二酸化炭素に変換される。

【0019】（シフト反応）

【0020】

【数2】



【0021】シフトコンバータ11により、改質ガス中の一酸化炭素濃度は1%以下まで低減される。

【0022】シフトコンバータ11を出た改質ガスは、セルスタック21の燃料極18に供給され、燃料電池の発電に利用される。

【0023】また、シフトコンバータ11出口ガスの一部は脱硫装置7にリサイクルされ、リサイクルガス中の水素が脱硫反応に使用される。

【0024】リサイクルガスの供給量は、予め設定された流量制御弁52の開度（すなわち、改質装置8への都市ガス供給量）と流量制御弁54の開度（すなわち、リ

サイクルガス供給量）の関係に基づき、流量制御弁54の開度を調節することによって、予め設定された所定の供給量になるように制御する。

【0025】一方、セルスタック21の酸化剤極20には、遮断弁65を開け空気ブロー15を用いて取り込んだ外気17を発電用空気16として供給する。

【0026】発電用空気16の供給量は、電圧センサ22と電流センサ23で検出した燃料電池出力50から予め設定された燃料電池出力50と流量制御弁46の開度（すなわち、発電用空気供給量）の関係に基づいて、流量制御弁46の開度を調節し、燃料電池出力50に見合った値に制御する。

【0027】セルスタック21の燃料極18では、（3）式に示す反応により、改質ガス中の水素が水素イオンと電子に変わる。

【0028】（燃料極反応）

【0029】

【数3】



【0030】水素イオンは電解質19の内部を拡散し、酸化剤極20に到達する。

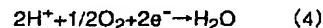
【0031】一方、電子は外部回路を流れ、燃料電池出力50として取り出される。

【0032】酸化剤極では、（4）式に示す反応により、燃料極18から電解質19の中を拡散してきた水素イオン、燃料極18から外部回路を通じて移動してきた電子、および空気中の酸素が三相界面で反応し、水が生成される。

【0033】（酸化剤極反応）

【0034】

【数4】



【0035】（3）式と（4）式をまとめると、セルスタック21での全電池反応は、（5）式に示す水素と酸素から水ができる単純な反応として表すことができる。

【0036】（電池反応）

【0037】

【数5】



【0038】発電によって得られた燃料電池出力50は、変換装置24で電圧変換あるいは直流-交流変換が行われた後に、負荷25に供給される。

【0039】燃料極18では、改質ガス中の水素がすべて（3）式に示した電極反応で消費されるわけではなく、全体の80%程度の水素が使われるだけである。

【0040】残りの約20%の水素が、未反応水素として燃料極排ガス中に残存する。

【0041】これは、燃料極18で改質ガス中の水素をすべて電極反応で消費しようとする、ガス出口付近で局部的に水素が不足し、水素の代わりに燃料極基板のカ

ーボンが反応しセルスタック 21 が劣化するためである。

【0042】未反応水素を含む燃料極排ガス 13 は、改質装置バーナ 9 に供給され、バーナ燃料として使用される。

【0043】(1) 式に示したメタンの水蒸気改質反応は吸熱反応であるので、外部から反応熱を改質装置 8 の改質部 48 に与える必要がある。

【0044】このため、改質装置バーナ 9 で燃料極排ガス 13 中の水素を遮断弁 62 を開けて空気ブロー 15 により供給した燃焼用空気 12 とともに燃焼させることにより、改質装置 8 の改質部 48 の温度を最大 700℃ 程度まで昇温する。

【0045】燃焼用空気 12 の供給量は、改質装置温度測定用温度センサ 41 で検出した改質装置温度から予め設定された改質装置温度と流量制御弁 45 の開度（すなわち、燃焼用空気供給量）の関係に基づいて、流量制御弁 45 の開度を調節することによって制御する。

【0046】また、燃料極排ガス 13 中の未反応水素の燃焼反応により生成した水蒸気と未反応水蒸気を含む改質装置バーナ燃焼排ガス 14 と (5) 式に示した電池反応により生成した水蒸気を含む酸化剤極排ガス 37 は凝縮器 38 に送られ、水蒸気が凝縮水 40 として除去された後に、排ガス 39 として大気中に放出される。

【0047】凝縮水 40 は、気水分離器 27 に戻され、電池冷却水 26、改質用水蒸気 31、排熱回収用水蒸気 34 等に利用される。

【0048】(5) 式に示した電池反応は発熱反応であるので、セルスタック 21 の温度は、発電時間の経過とともに上昇する。

【0049】セルスタック 21 の温度上昇が起こると、電解質の水素イオン伝導率が上がるために抵抗が減少し出力特性が一時的に向上するが、劣化が起こり易くなり寿命低下が生じる。

【0050】そこで、気水分離器 27 から電池冷却水 26 を冷却器 63 に供給し、セルスタック 21 の冷却を行う。

【0051】セルスタック 21 の作動温度は、寿命と性能の両方を勘案して 190℃ 前後に設定されるのが一般的である。

【0052】電池冷却水 26 の供給量は、温度センサ 64 で検出した電池冷却水セルスタック出口温度が予め設定された所定の温度範囲となるように、流量制御弁 30 の開度を調節することによって制御する。

【0053】セルスタック 21 を出た電池冷却水 26 は、水と水蒸気の混合物の形で気水分離器 27 に戻される。

【0054】起動時および圧力センサ 49 で気水分離器圧力が予め設定された所定の圧力より低下したことを検出した場合には、予め設定された所定の電力を圧力セン

サ 49 で気水分離器圧力が予め設定された所定の圧力を越えたことを検出するまで気水分離器とータ 28 に供給し、水蒸気を発生させる。

【0055】また、液面センサ 55 で気水分離器 27 の水位が予め設定された所定の水位よりも低下したことを検出した場合には、液面センサ 55 で気水分離器 27 の水位が予め設定された所定の水位になったことを検出するまで、補給水ポンプ 43 を動作させて気水分離器 27 に補給水 44 を供給する。

【0056】セルスタック 21 から気水分離器 27 に供給された水蒸気あるいは気水分離器 27 で発生させた水蒸気のうち、改質用水蒸気 31 として使用する以外の水蒸気は、排熱回収用水蒸気 34 として蒸発器 33 に供給され、排熱利用システム 35 の冷媒 35 の蒸発に使われる。

【0057】蒸発器 33 で凝縮した排熱回収用水蒸気 34 の凝縮水 58 は、気水分離器 27 に戻される。

【0058】

【発明が解決しようとする課題】次に、上述したような従来の技術による燃料電池発電装置の問題点について説明する。

【0059】すなわち、従来の技術によるの燃料電池発電装置では、改質装置の劣化状態を診断するためには、改質装置出口にガスクロマトグラフ等の高価なガス分析装置を接続して連続的に改質ガスをサンプリングしてガス分析を行うか、あるいは、定期的に容器に改質装置出口における改質ガスをサンプリングしてガス分析装置のあるところまでもって行ってガス分析を行うことによって、改質ガス中のメタン量（メタンスリップ量）から改質装置 8 のメタン転化率を求め、改質装置 8 の劣化状態を診断するとともに、改質触媒の取替時期を判定していた。

【0060】図 10 は、参考のために、200kW リン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として 200kW 定格出力での発電を行った場合の、改質装置 8 のメタン転化率と改質装置 8 の改質触媒の劣化量の関係を示している。

【0061】改質装置出口での改質ガス中のメタン量を検出し改質装置 8 のメタン転化率を計算することによりメタン転化率あるいは図 10 を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求めると、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から改質装置 8 の改質部 48 の劣化状態の診断が可能であり、得られたメタン転化率あるいは改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、セルスタック 21 の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値、あるいは改質触媒の改質触媒の劣化量の上限值に至るまでの期間を計算することによって改質触媒の取替時期を判定することができる。

【0062】しかし、これらの方法では、ガス分析に時

間がかかりその場で瞬時に改質装置の劣化状態の診断を行うことが不可能であり、また、改質装置の劣化診断のために高価なガス分析装置が必要となり、さらに、その場で連続的に改質装置の劣化状態を診断するためには燃料電池発電装置に対して専用のガス分析装置が必要となり、あるいは、ガス分析装置のあるところまでサンプリングガスをもっていかなければならないので劣化診断に時間がかかる等の問題点があった。

【 0 0 6 3 】本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、改質ガスのサンプリングと分析に長時間を要し改質装置の劣化診断を瞬時に行うことが不可能であり、また、改質装置の劣化診断のために高価なガス分析装置が必要となり、さらに、改質装置の劣化診断をその場で連続的に行おうとすると燃料電池発電装置に対して専用のガス分析装置が必要となり、あるいは、ガス分析装置のあるところまでサンプリングガスをもっていかなければならないので劣化診断に時間がかかる等の従来の技術による燃料電池発電装置の問題点を解決し、その場で瞬時に且つ連続的に改質装置の劣化診断を行い改質触媒の取替時期を判定することが可能な燃料電池発電装置およびその改質装置の劣化診断方法ならびにそれを実行するプログラムが記録された記録媒体を提供することにある。

【 0 0 6 4 】

【課題を解決するための手段】本発明による燃料電池発電装置では、上記課題を解決するために、改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を検出し、改質装置の劣化状態の診断と改質触媒の取替時期の判定を行うことを最も主要な特徴とする。

【 0 0 6 5 】そして、本発明による燃料電池発電装置は、従来の技術による燃料電池発電装置とは、改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ、改質ガス温度測定用温度センサ、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサを1個以上設置するとともに、劣化診断手段、寿命診断手段、および照合データ選択手段を設置し、検出した温度を信号に変換して劣化診断手段に送信し、検出した温度を、照合データ選択手段で改質装置温度測定用温度センサで検出され信号に変換して送信された改質装置温度に対して選択され劣化診断手段に送信された予め決められた検出温度（改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上）と改質装置のメタン転化率の関係の照合データと劣

化診断手段において照合することによって改質装置のメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求め、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から、ガスクロマトグラフ等の高価なガス分析装置を用いて長時間を要する改質装置出口における改質ガスの分析作業を行うことなしに、その場で瞬時に改質装置の劣化状態を診断するとともに、寿命診断手段において、改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ、改質ガス温度測定用温度センサ、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサのいずれか1個、あるいは1個以上で検出した改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を、劣化診断手段で予め決められた検出温度（改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上）と改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって求めたメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限値に至るまでの期間を計算することによって、改質触媒の取替時期を判定することを可能にしたという点が異なる。

【 0 0 6 6 】そして、具体的には、本発明の一態様によると、上記課題を解決するための手段として、燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置において、前記改質装置の改質触媒充填層の温度を測定する改質装置触媒充填層温度測定用温度センサと、この改質装置触媒充填層温度測定用温度センサからの温度検出信号を受け、前記改質装置触媒充填層温度測定用温度センサにより検出された改質装置触媒充填層温度を予め決められた改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断する劣化診断手段と、を有することを特徴とする燃料電池発電装置が提供される。

【 0 0 6 7 】また、本発明の別の態様によると、上記課題を解決するための手段として、燃料と水蒸気を反応させ水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と

反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法において、前記改質装置の触媒充填層の温度を検出するステップと、検出した改質装置触媒充填層温度を予め決められた改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって前記改質装置の劣化状態を診断するステップと、を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法が提供される。

【0068】また、本発明の別の態様によると、上記課題を解決するための手段として、燃料と水蒸気を反応させて水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法において、前記改質装置の改質部に設けた1個以上の改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ、改質ガス温度測定用温度センサ、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサで、改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を検出するステップと、前記各温度センサからの温度検出信号を劣化診断部に送信するステップと、前記各温度センサからの温度検出信号を受信した劣化診断部で、改質装置温度測定用温度センサで検出した改質装置温度が信号に変換されて送信された改質装置温度に対応して照合データ選択手段で選択され送信された予め決められた検出温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データとして、改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置改質管外壁温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データのうちのいずれか一つ、あるいは一つ以上と照合するステップと、これらの照合結果に基づいて、前記改質装置のメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求め、前記改質装置のメタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から前記改質装置の改質部の劣化状態を診断するステップと、を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法が提供さ

れる。

【0069】また、本発明の別の態様によると、上記課題を解決するための手段として、燃料と水蒸気を反応させて水素をつくるための改質触媒を充填した改質管を有する改質装置と、この改質装置でつくられた水素を酸素と反応させて発電を行うための電解質をサンドイッチした燃料極と酸化剤極からなるセルを積層したセルスタックとを有する燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法を実行するためのプログラムが記録された記録媒体であって、前記改質装置の改質部に設けた1個以上の改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ、改質ガス温度測定用温度センサ、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサで、改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を検出するステップと、前記各温度センサからの温度検出信号を劣化診断部に送信するステップと、前記各温度センサからの温度検出信号を受信した劣化診断部で、改質装置温度測定用温度センサで検出した改質装置温度が信号に変換されて送信された改質装置温度に対応して照合データ選択手段で選択され送信された予め決められた検出温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データとして、改質装置触媒充填層温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置改質管外壁温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス改質装置出口温度と前記改質装置のメタン転化率の関係の照合データのうちのいずれか一つ、あるいは一つ以上と照合するステップと、これらの照合結果に基づいて、前記改質装置のメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求め、前記改質装置のメタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から前記改質装置の改質部の劣化状態を診断するステップと、を有することを特徴とする燃料電池発電装置の改質装置の劣化診断方法を実行するためのプログラムが記録された記録媒体が提供される。

【0070】

【発明の実施の形態】以下図面を参照して本発明による燃料電池発電装置の実施の形態について説明する。

【0071】図1は、本発明による燃料電池発電装置の一実施の形態を表す構成図を示している。

【0072】図1において、上述した図2と同一のもの

は同一符号で表し、これらのものについてはその説明を省略する。

【0073】図3は、本発明による燃料電池発電装置の詳細を説明する改質装置の拡大図を示している。

【0074】図1および図3を用いて本発明による燃料電池発電装置の一実施の形態を説明する。

【0075】本実施の形態による燃料電池発電装置は、図2に示した従来の技術による燃料電池発電装置とは、図1および図3に示したように、改質装置8に改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ6、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ32、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ10、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ47、改質ガス温度測定用温度センサ66、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサ51を1個以上新たに設けた点と、改質装置温度測定用温度センサ41で検出した改質装置温度が信号に変換されて送信され改質装置温度に対応して予め決められた改質装置触媒充填層温度と改質装置8のメタン転化率の関係、改質装置改質管外壁温度と改質装置8のメタン転化率の関係、改質装置バーナ燃焼排ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係、改質ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係、改質ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率のいずれか一つ、あるいは一つ以上を照合データとして選択する照合データ選択手段67、各温度センサ6、32、10、47、66、51で検出した改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上の信号を受け、照合データ選択手段67で、選択され送信された予め決められた改質装置触媒充填層温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置改質管外壁温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データのいずれか一つ、あるいは一つ以上と照合することによって改質装置8のメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求め、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から改質装置8の改質部48の劣化状態を診断する劣化診断手段5、各温度センサで検出した改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を、劣化診

断手段5において照合データ選択手段67で選択され送信された予め決められた検出温度（改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上）と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって求められ送信されたメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限值に至るまでの期間を計算することによって、改質触媒の取替時期を判定する寿命診断手段68を新たに設けた点が異なる。

【0076】ここで、照合データ選択手段67には、予め決められた検出温度（改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上）と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データが、後述する図4乃至図9等に基づいて予め作られて保存されているものとする。

【0077】また、寿命診断手段68で、改質触媒の取替時期を判定することができるのは、後述するように、図10で求めた改質触媒の劣化量を経時的にプロットしておき、その劣化の時間的傾向から改質触媒の取替時期を推定することができることに基いており、このように改質触媒の劣化量を経時的にプロットする機能を寿命診断手段68に持たせているものとする。

【0078】そして、劣化診断手段5、照合データ選択手段67、寿命診断手段68は、具体的には、パーソナルコンピュータ（PC）等により、予め所定の記録媒体に記録された劣化診断プログラムに基づいて実行されるものとする。

【0079】次に、本実施の形態による燃料電池発電装置の作用について、図11に示す上記劣化診断プログラムに基づくフローチャートを参照して説明する。

【0080】本実施の形態による燃料電池発電装置では、まず、改質装置8の改質部48に設けた1個以上の改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ6、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ32、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ10、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ47、改質ガス温度測定用温度センサ66、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサ51で、改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を検出する（ステップS1）。

【0081】そして、各温度センサから、これらの温度

検出信号を劣化診断手段5に送信する（ステップS2）。

【0082】次に、これらの温度検出信号を受信した劣化診断部5で、改質装置温度測定用温度センサ41で検出した改質装置温度が信号に変換されて送信された改質装置温度に対応して照合データ選択手段67で選択され送信された予め決められた検出温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、すなわち、改質装置触媒充填層温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置改質管外壁温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データ、改質ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データのうちのいずれか一つ、あるいは一つ以上と照合する（ステップS3）。

【0083】これによって、改質装置8のメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求め、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から改質装置8の改質部48の劣化状態を診断する（ステップS4）。

【0084】すなわち、寿命診断手段68では、各温度センサで検出した改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を、劣化診断手段5において照合データ選択手段67で選択され送信された予め決められた検出温度（改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上）と改質装置8のメタン転化率の関係の照合データと照合することによって求めたメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限值に至るまでの期間を計算する（ステップS5）。

【0085】そして、これによって求められたメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限值に至るまでの期間に基づいて、改質触媒の取替時期を判定する（ステップS6）。

【0086】このようにして、本実施の形態による燃料電池発電装置では改質触媒の取替時期を判定することが、従来の技術による燃料電池発電装置とは異なる。

【0087】図4は、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の、改質装置8の触媒充填層（Ni-A1203触媒とRu-A1203触媒の二層構造触媒充填層を採用、以下同じ）の原燃料ガス入口、触媒充填層の全長の20%の位置（原燃料ガス入口から換算、以下同じ）、触媒充填層の全長の40%の位置、触媒充填層の全長の60%の位置、触媒充填層の全長の80%の位置、及び触媒充填層の改質ガス出口の6カ所の改質装置触媒充填層温度と改質装置8のメタン転化率の関係を示している。

【0088】図4から、メタン転化率の減少とともに、改質装置触媒充填層温度は変化することが分かる。

【0089】従って、改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ6で改質装置触媒充填層温度を検出し、図4に示した改質装置触媒充填層温度と改質装置8のメタン転化率の関係を照合データとして照合することによって改質装置8のメタン転化率あるいは図10を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求めると、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から改質装置8の改質部48の劣化状態を診断することが可能であり、得られたメタン転化率あるいはメタン転化率から図10に示した関係を用いて換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限值に至るまでの期間を計算することによって改質触媒の取替時期を判定することができる。

【0090】なお、改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ6を2個以上設置し、検出した温度の平均値を改質装置触媒充填層温度としてもよい。

【0091】また、改質装置内に2本以上改質管が設置され、2カ所以上触媒充填層がある場合には、各触媒充填層毎に改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ6を設置することによって改質装置触媒充填層温度を検出し、図4に示した改質装置触媒充填層温度と改質装置のメタン転化率の関係を照合データとして照合することによって改質管毎のメタン転化率あるいは図10を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求めると、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から各改質管毎の改質触媒の劣化状態の診断が可能であり、得られたメタン転化率あるいは図10に示した関係を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、改質管毎に燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限值に至るまでの期間を計算することによって、各改質管毎の改質触媒の取替時期を判定することができる。

【0092】図5は、同様に、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW

W定格出力での発電を行った場合の、改質装置8の触媒充填層の原燃料ガス入口、触媒充填層の全長の20%の位置（原燃料ガス入口から換算、以下同じ）、触媒充填層の全長の40%の位置、触媒充填層の全長の60%の位置、触媒充填層の全長の80%の位置、及び触媒充填層の改質ガス出口の6カ所の改質装置改質管外壁温度と改質装置の改質触媒の劣化量の関係を示している。

【0093】図5から、メタン転化率の低下とともに、改質装置改質管外壁温度は変化することが分かる。

【0094】従って、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ32で改質装置改質管外壁温度を検出し、図5に示した改質装置改質管外壁温度と改質装置8のメタン転化率の関係を照合データとして照合することによって改質装置8のメタン転化率あるいは図10を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求めると、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から改質装置8の改質部48の劣化状態の診断が可能であり、得られたメタン転化率あるいはメタン転化率から図10に示した関係を用いて換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限值に至るまでの期間を計算することによって改質触媒の取替時期を判定することができる。

【0095】なお、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ32を2個以上設置し、検出した温度の平均値を改質装置改質管外壁温度としてもよい。

【0096】また、改質装置内に2本以上改質管が設置されている場合には、各触媒充填層毎に改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ32を設置することによって改質装置改質管外壁温度を検出し、図5に示した改質装置改質管外壁温度と改質装置8のメタン転化率の関係を照合データとして照合することによって各改質管毎のメタン転化率あるいは図10を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求めると、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から各改質管毎の改質触媒の劣化状態の診断が可能であり、得られたメタン転化率あるいはメタン転化率から図10に示した関係を用いて換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、改質管毎に燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限值に至るまでの期間を計算することによって、各改質管毎の改質触媒の取替時期を判定することができる。

【0097】図6は、また、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の、改質装置8の触媒充填層の原燃料ガス入口、触媒充填層の全長の20%の位

置（原燃料ガス入口から換算、以下同じ）、触媒充填層の全長の40%の位置、触媒充填層の全長の60%の位置、触媒充填層の全長の80%の位置、及び触媒充填層の改質ガス出口の6カ所の改質装置バーナ燃焼排ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係を示している。

【0098】図6から、メタン転化率の低下とともに、改質装置バーナ燃焼排ガス温度は変化することが分かる。

【0099】従って、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ10で改質装置バーナ燃焼排ガス温度を検出し、図6に示した改質装置バーナ燃焼排ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係を照合データとして照合することによって改質装置8のメタン転化率あるいは図10を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求めると、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から改質装置8の改質部48の劣化状態の診断が可能であり、得られたメタン転化率あるいはメタン転化率から図10に示した関係を用いて換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限值に至るまでの期間を計算することによって改質触媒の取替時期を判定することができる。

【0100】なお、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ10を2個以上設置し、検出した温度の平均値を改質装置バーナ燃焼排ガス温度としてもよい。

【0101】図7は、さらに、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係を示している。

【0102】図7から、メタン転化率の低下とともに、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度は上昇することが分かる。

【0103】従って、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ47を設置することによって改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度を検出し、図7に示した改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係を照合データとして照合することによって改質装置8のメタン転化率あるいは図10を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求めると、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から改質装置8の改質部48の劣化状態の診断が可能であり、得られたメタン転化率あるいはメタン転化率から図10に示した関係を用いて換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限

値に至るまでの期間を計算することによって改質触媒の取替時期を判定することができる。

【0104】なお、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ47を2個以上設置し、検出した温度の平均値を改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度としてもよい。

【0105】図8は、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の、改質装置8の触媒充填層の原燃料ガス入口、触媒充填層の全長の20%の位置（原燃料ガス入口から換算、以下同じ）、触媒充填層の全長の40%の位置、触媒充填層の全長の60%の位置、触媒充填層の全長の80%の位置、及び触媒充填層の改質ガス出口の6カ所の改質ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係を示している。

【0106】図8から、メタン転化率の低下とともに、改質ガス温度は変化することが分かる。

【0107】従って、改質ガス温度測定用温度センサ66で改質ガス温度を検出し、図8に示した改質ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係を照合データとして照合することによって改質装置8のメタン転化率あるいは図10を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求めると、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から改質装置8の改質部48の劣化状態の診断が可能であり、得られたメタン転化率あるいはメタン転化率から図10に示した関係を用いて換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限值に至るまでの期間を計算することによって改質触媒の取替時期を判定することができる。

【0108】なお、改質ガス温度測定用温度センサ66を2個以上設置し、検出した温度の平均値を改質ガス温度としてもよい。

【0109】また、改質装置内に2本以上改質管が設置され、2カ所以上触媒充填層がある場合には、各触媒充填層毎に改質ガス温度測定用温度センサ66を設置することによって改質ガス温度を検出し、第8図に示した改質ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係を照合データとして照合することによって改質管毎のメタン転化率あるいは図10を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求めると、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から各改質管毎の改質触媒の劣化状態の診断が可能であり、得られたメタン転化率あるいはメタン転化率から図10に示した関係を用いて換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、改質管毎に燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣

化量の上限值に至るまでの期間を計算することによって、各改質管毎の改質触媒の取替時期を判定することができる。

【0110】図9は、最後に、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の、改質ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係を示している。

【0111】図9から、メタン転化率の低下とともに、改質ガス改質装置出口温度は上昇することが分かる。

【0112】従って、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサ51で改質ガス改質装置出口温度を検出し、図9に示した改質ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係を照合データとして照合することによって改質装置8のメタン転化率あるいは図10を用いてメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求めると、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から改質装置8の改質部48の劣化状態の診断が可能であり、得られたメタン転化率あるいはメタン転化率から図10に示した関係を用いて換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、燃料電池の発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限值に至るまでの期間を計算することによって改質触媒の取替時期を判定することができる。

【0113】なお、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサ51を2個以上設置し、検出した温度の平均値を改質ガス改質装置出口温度としてもよい。

【0114】以上説明したように、本発明の燃料電池発電装置によれば、改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ、改質ガス温度測定用温度センサ、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサを1個以上設置するとともに、劣化診断手段、寿命診断手段、及び照合データ選択手段を設置し、検出した改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を信号に変換して劣化診断手段に送信し、検出した温度を、照合データ選択手段で改質装置温度測定用温度センサで検出され信号に変換して送信された改質装置温度に対して選択され劣化診断手段に送信された予め決められた改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上と改質装置のメタン転化率の関係を照合データと劣化診断

手段において照合することによって改質装置のメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量を求め、メタン転化率の低下あるいは改質触媒の劣化量の増加から改質装置の劣化状態を診断するとともに、寿命診断手段において、改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ、改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ、改質ガス温度測定用温度センサ、改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサのいずれか1個、あるいは1個以上で検出した改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上を、劣化診断手段で予め決められた検出温度（改質装置触媒充填層温度、改質装置改質管外壁温度、改質装置バーナ燃焼排ガス温度、改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度、改質ガス温度、改質ガス改質装置出口温度のいずれか一つ、あるいは一つ以上）と改質装置のメタン転化率の関係と照合することによって求め送信されたメタン転化率あるいはメタン転化率から換算した改質触媒の劣化量と発電時間の関係からメタン転化率の低下速度あるいは改質触媒の劣化速度を求め、発電に悪影響を及ぼさないメタン転化率の下限値に至るまでの期間、あるいは改質触媒の劣化量の上限值に至るまでの期間を計算することによって、（1）改質触媒の取替時期を判定するので、改質装置の劣化状態の診断のためのガスクロマトグラフ等の高価なガス分析装置を用いた長時間を要する改質ガスの分析作業が不要となり、（2）その場で瞬時に且つ連続的に改質装置の劣化状態の診断が可能となり、（3）改質触媒の劣化状態を常に把握し改質触媒の取替時期を前もって知ることができるので改質装置性能の低下が起こる前に改質触媒の取替が可能である、という効果がある。

【0115】

【発明の効果】従って、以上説明したように、本発明によれば、改質ガスのサンプリングと分析に長時間を要し改質装置の劣化診断を瞬時に行うことが不可能であり、また、改質装置の劣化診断のために高価なガス分析装置が必要となり、さらに改質装置の劣化診断をその場で連続的に行おうとすると燃料電池発電装置に対して専用のガス分析装置が必要となり、あるいは、ガス分析装置のあるところまでサンプリングガスをもっていかなければならないので劣化診断に時間がかかる等の従来の技術による燃料電池発電装置の問題点を解決し、その場で瞬時に且つ連続的に改質装置の劣化診断を行い改質触媒の取替時期を判定することが可能な燃料電池発電装置およびその改質装置の劣化診断方法ならびにそれを実行するためのプログラムが記録された記録媒体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明の一実施の形態による燃料電池発電装置の構成を示す接続図である。

【図2】図2は、従来の技術による燃料電池発電装置の構成を示す接続図である。

【図3】図3は、本発明による燃料電池発電装置の詳細を説明する改質装置の拡大図である。

【図4】図4は、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の改質装置8の触媒充填層における各位置での改質装置触媒充填層温度と改質装置8のメタン転化率の関係を示す図である。

【図5】図5は、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の改質装置8の触媒充填層における各位置での改質装置改質管外壁温度と改質装置のメタン転化率の関係を示す図である。

【図6】図6は、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の改質装置8の触媒充填層における各位置での改質装置バーナ燃焼排ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係を示す図である。

【図7】図7は、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係を示す図である。

【図8】図8は、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の改質装置8の触媒充填層における各位置での改質ガス温度と改質装置8のメタン転化率の関係を示す図である。

【図9】図9は、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の改質ガス改質装置出口温度と改質装置8のメタン転化率の関係を示す図である。

【図10】図10は、200kWリン酸型燃料電池発電装置を用いて、都市ガスを燃料として200kW定格出力での発電を行った場合の改質装置8のメタン転化率と改質装置8の改質触媒の劣化量の関係を示す図である。

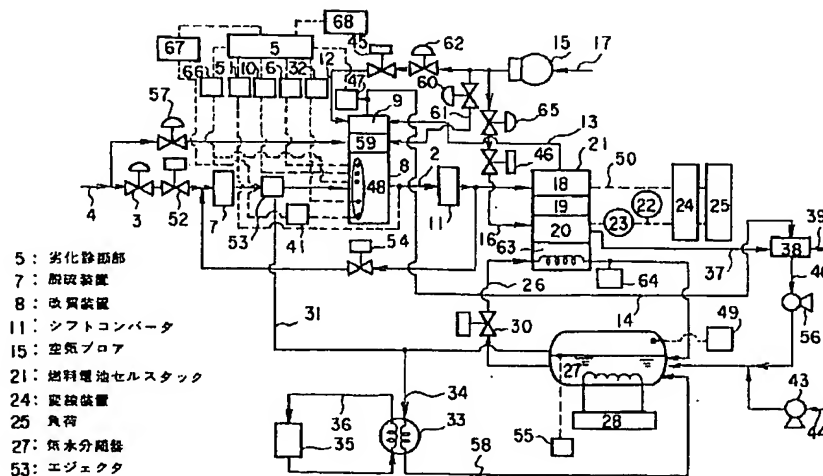
【図11】図11は、本実施の形態による燃料電池発電装置の作用を説明する劣化診断方法ならびにそれを実行するために記録媒体に記録されたプログラムに基づくフローチャートである。

【符号の説明】

1. 原燃料ガス
2. 改質ガス
3. 遮断弁
4. 都市ガス
5. 劣化診断手段

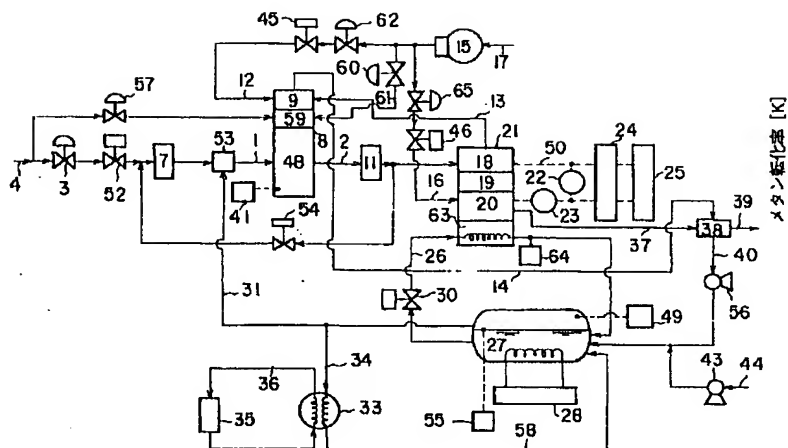
- | | |
|----------------------------|----------------------------------|
| 6. 改質装置触媒充填層温度測定用温度センサ | 38. 凝縮器 |
| 7. 脱硫装置 | 39. 排ガス |
| 8. 改質装置 | 40. 凝縮水 |
| 9. 改質装置バーナ | 41. 改質装置温度測定用温度センサ |
| 10. 改質装置バーナ燃焼排ガス温度測定用温度センサ | 42. 改質管 |
| 11. シフトコンバータ | 43. 補給水ポンプ |
| 12. 燃焼用空気 | 44. 補給水 |
| 13. 燃料極排ガス | 45. 流量制御弁 |
| 14. 改質装置バーナ燃焼排ガス | 46. 流量制御弁 |
| 15. 空気ブロー | 47. 改質装置バーナ燃焼排ガス改質装置出口温度測定用温度センサ |
| 16. 発電用空気 | 48. 改質部 |
| 17. 外気 | 49. 圧力センサ |
| 18. 燃料極 | 50. 燃料電池出力 |
| 19. 電解質 | 51. 改質ガス改質装置出口温度測定用温度センサ |
| 20. 酸化剤極 | 52. 流量制御弁 |
| 21. セルスタック | 53. エジェクタ |
| 22. 電圧センサ | 54. 流量制御弁 |
| 23. 電流センサ | 55. 液面センサ |
| 24. 変換装置 | 56. ポンプ |
| 25. 負荷 | 57. 遮断弁 |
| 26. 電池冷却水 | 58. 凝縮水 |
| 27. 気水分離器 | 59. 起動用バーナ |
| 28. 気水分離器ヒータ | 60. 遮断弁 |
| 29. 触媒充填層 | 61. 改質装置起動用バーナ空気 |
| 30. 流量制御弁 | 62. 遮断弁 |
| 31. 改質用水蒸気 | 63. 冷却器 |
| 32. 改質装置改質管外壁温度測定用温度センサ | 64. 温度センサ |
| 33. 蒸発器 | 65. 遮断弁 |
| 34. 排熱回収用水蒸気 | 66. 改質ガス温度測定用温度センサ |
| 35. 排熱利用システム | 67. 照合データ選択手段 |
| 36. 冷媒 | 68. 寿命診断手段 |
| 37. 酸化剤極排ガス | |

【図1】

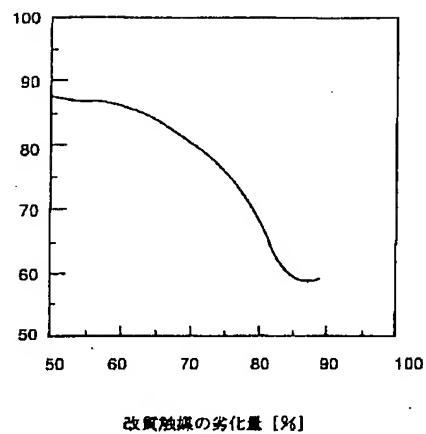


(7) 100-268840 (P 2000-ch\$ 牌 莉)

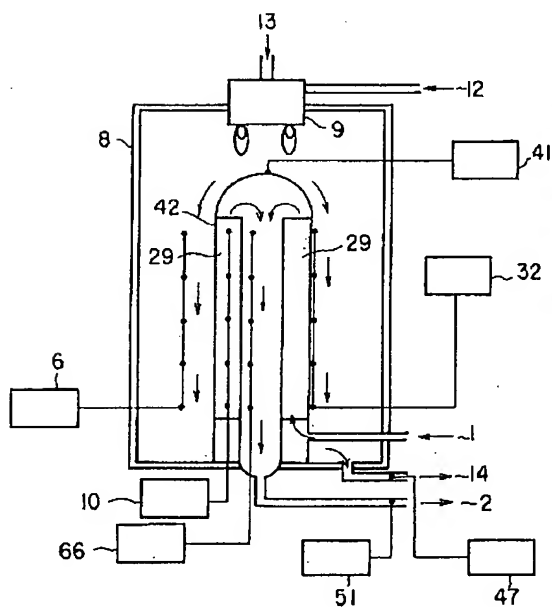
【 図 2 】



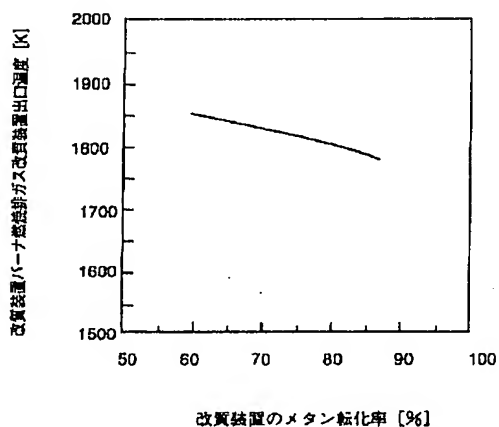
【 図 10 】



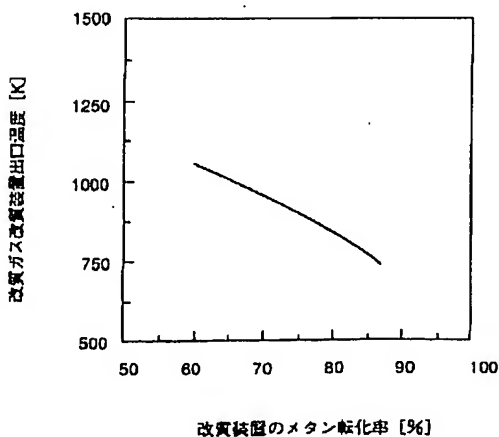
【 図 3 】



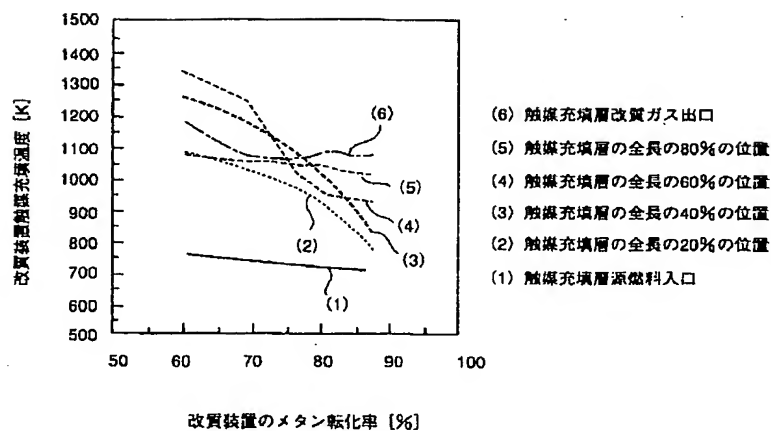
【 図 7 】



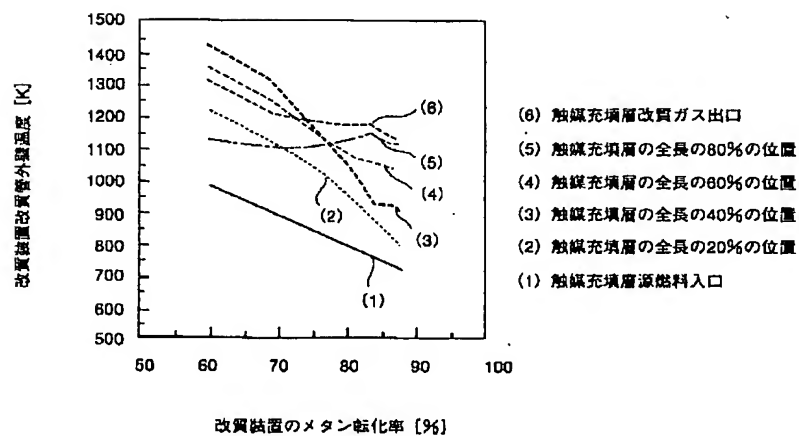
【 図 9 】



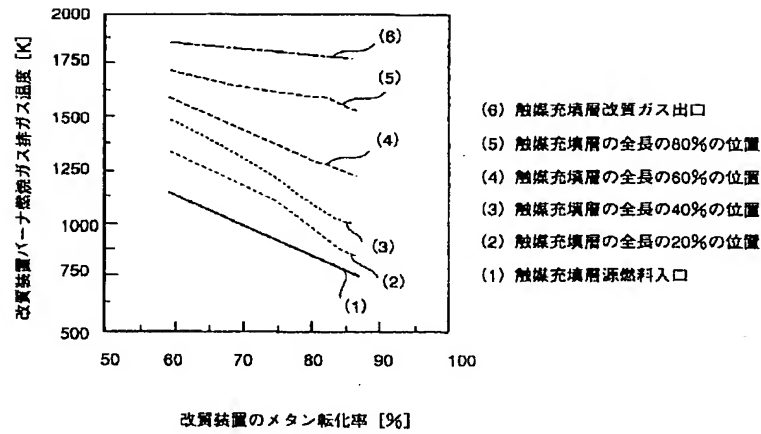
【図4】



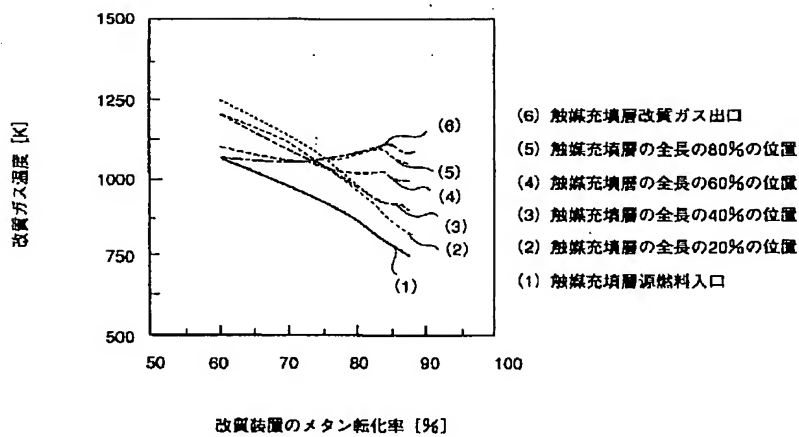
【図5】



【図6】



【図8】



【図11】

